



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 10 639 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
C 02 F 1/78
C 25 B 1/04
C 01 B 13/10

②① Aktenzeichen: 199 10 639.8
②② Anmeldetag: 10. 3. 1999
④③ Offenlegungstag: 14. 9. 2000

DE 199 10 639 A 1

⑦① Anmelder:
Fischer, Margot, 53343 Wachtberg, DE

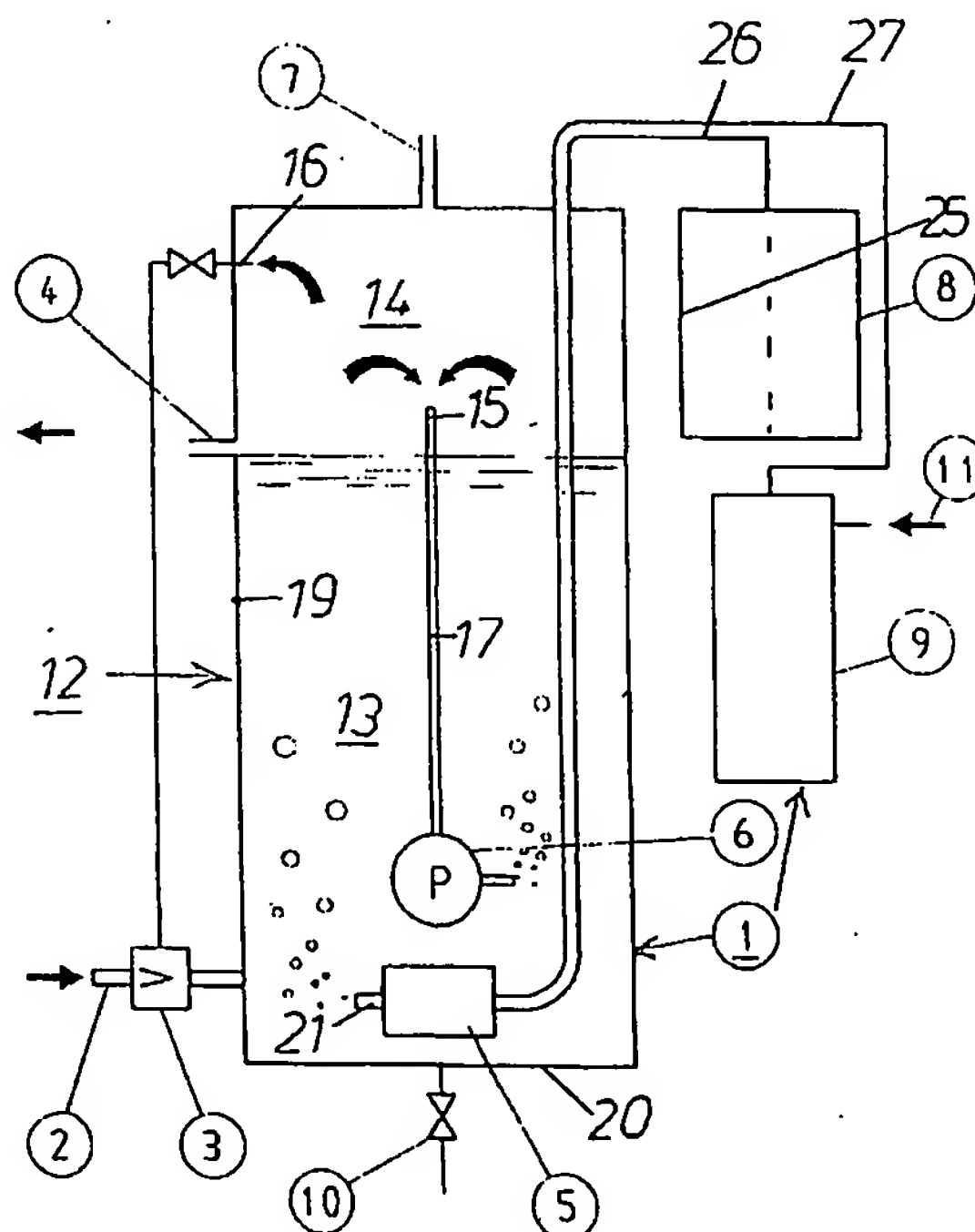
⑦④ Vertreter:
Koch, T., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 53113 Bonn

⑦② Erfinder:
Fischer, W. Günther, 53117 Bonn, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Reaktor für eine Flüssigkeitsbehandlungsanlage mit eingebauter Ozonerzeugung zur Begasung der Reaktorflüssigkeit

⑤⑦ Ein Reaktor zur Flüssigkeitsbehandlung unter Verwendung von dort erzeugtem Ozon ist als Baueinheit ausgebildet, die an beliebiger Stelle im Wasserkreislauf direkt (online) oder im Bypass angeordnet werden kann. Ein Reaktor (1), in dessen zu behandelnder Flüssigkeit Ozon mittels einer als Eintauchzelle ausgebildeten Elektrolysezelle (5) erzeugt wird, weist einen kolonnenförmigen Reaktorbehälter (12) auf, welcher "online" und/oder "im Bypass" im Durchfluß- oder im Kreislaufbetrieb der vorgesehenen Flüssigkeitsbehandlungsanlage integrierbar ist, im Reaktorbehälter (12) ist dabei ein unterer Bereich (13) zur Aufnahme einer Flüssigkeitssäule aus der zu begasenden Flüssigkeit und zur Aufnahme der als Eintauchzelle in der Flüssigkeitssäule einzubringenden Elektrolysezelle (5) angelegt sowie ein Bereich (14) oberhalb davon zum Sammeln eines in der Elektrolysezelle (5) erzeugten, aus einem Ozon-Zellwasser-Gemisch entweichenden Ozon-Sauerstoff-Gasgemisches oder von Ozon, dieses Restozon-Sauerstoff-Gasgemisch ist dabei vor dem Austritt aus dem oberen Bereich (14) des Reaktorbehälters (12) oberhalb der Flüssigkeitssäule mittels einer in der Flüssigkeitssäule angeordneten selbstansaugenden Belüftungs-Tauchpumpe (6) und/oder eines dort mündenden Unterdruck-Injektor-Systems (3) ansaugbar und erneut feinblasig im unteren Teil der Flüssigkeitssäule einspeisbar.



DE 199 10 639 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Reaktor für eine Flüssigkeitsbehandlungsanlage mit Ozonerzeugung unmittelbar in mit Ozon zu begasender, wässriger, im Reaktor eingebrachter Flüssigkeit, wozu eine in der Flüssigkeit als Eintauchzelle anzuordnende Elektrolysezelle eines Ozongenerators mit externer Zellwasserversorgung dient, welche das zur Begasung benötigte Ozon als Ozon-Sauerstoff-Gasgemisch und Ozon-Zellwasser-Gemisch erzeugt, insbesondere zur Aufbereitung von Brauchwasser, von Abwasser aus Industrie- und Gewerbebereichen oder von Prozeßwasser, mit einem Flüssigkeitszufluß und -abfluß.

Ozon wird außer zur Behandlung von Brauchwässern, z. B. aus Kfz-Waschanlagen, Kfz-Betrieben, Druckereien, Schlachtereien, Gewächshäusern und Lackierbetrieben, in denen der erneute Einsatz des Filtrates möglich sein soll, auch zur Ozonisierung von Flüssigkeiten für Kosmetika, aber auch zur Trinkwasseraufbereitung und zur Behandlung von Abgasen verwendet. Es dient dabei zum Desinfizieren, Entkeimen, Enteisen und Ozonisieren von Wässern und anderen Flüssigkeiten wie z. B. auch Ölen.

Der zunehmende Bedarf an Trinkwasser kann z. B. durch erhöhte Verwendung von Oberflächenwasser gedeckt werden. Ozon läßt sich neben den herkömmlichen Aufbereitungsverfahren besonders gut zur Qualitätsverbesserung einsetzen, da Geruchs- und Geschmacksstoffe einschließlich Phenol und Huminsäuren durch das Ozon oxidativ abgebaut werden und Eisen sowie Mangan zu den für die Entfernung notwendigen höheren Oxidationsstufen oxidiert werden.

Das Wasser wird dabei völlig entfärbt und einwandfrei desinfiziert.

Als Faustregel kann man 1–5 g Ozon je m³ Wasser rechnen. In speziellen Fällen ist der exakte Bedarf durch Versuche zu ermitteln.

Insbesondere in der Arznei- und Lebensmittel-Industrie benötigtes steriles und reines Wasser wird mit Ozon hergestellt. Auch Brauch- und Kühlwasser können mit Ozon aufbereitet werden. Im Kühlsystem mit Kühlturm reicht eine kontinuierliche Dosierung von wenig Ozon aus, um das Zuwachsen mit Bioschleim, anorganischen Ablagerungen und Korrosion zu verhindern und gleichzeitig den Verbrauch an Make-up-Wasser zu verringern.

Ozon entfärbt Abwasser und hilft mit beim Abbau organischer Verbindungen. Refraktäre Substanzen werden mit Ozon zu biologisch abbaubaren Produkten oxidiert.

Im Bereich der Reaktion, bzw. des Abbaus von anorganischen Wasserinhaltsstoffen, kann die Ozonisierung zur Fällung (Metallionen, z. B. Eisen) oder zum Abbau (Giftstoffe, z. B. Cyanid) der Stoffe führen.

Einen besonderen Vorteil gegenüber chemischen Oxidationsmitteln bringt die Ozonisierung, wenn die Stoffe komplex gebunden vorliegen, da Ozon auch diese Komplexe aufspaltet und biologisch besser abbaubar macht.

Wesentlich für die Einbringung des gasförmigen Ozons in die wässrige Phase ist die Anordnung der Reaktionsstufe.

Der Aufbau eines Ozon-Reaktors erfolgt dabei allgemein derart, daß eine große Reaktionsgeschwindigkeit gegeben ist und ein möglichst weitgehender Verbrauch des eingesetzten Ozons. Insofern ist eine hohe Ozonkonzentration im Gas notwendig.

Sowohl der Übertritt des Ozons von der Gasphase in die flüssige Phase, als auch die Reaktion mit Ozon werden dabei durch höhere Ozonkonzentrationen beschleunigt.

Temperatur und Konzentration müssen sorgfältig überwacht werden, da die Bildung und die Zersetzung von Ozoniden stark exotherme Prozesse sind.

Dies macht im allgemeinen eine intensive Kühlung und eine Überwachung der Temperatur im Reaktor erforderlich. Für die Herstellung von Pharmazeutika und Riechstoffen werden Reaktions-Temperaturen zwischen –80°C und ca. +10°C bei der Ozon-Reaktion empfohlen.

Der Einsatz von Ozon für die Schmutzwasser-Aufbereitung unmittelbar unter Erzeugung von Ozon im Schmutzwasser, wobei dort das Ozon mittels einer als Eintauchzelle angeordneten Elektrolysezelle eines Ozongenerators erzeugt wird, ist aus der DE 296 13 308 U bekannt.

Die Ozon-Erzeugungsanlage weist dabei eine als Tauchzelle ausgebildete Elektrolysezelle mit Feststoffelektrolytmembran auf, wobei das Ozon nach dem elektrolytischen Verfahren unmittelbar vor Ort in dem zu behandelnden Wasser mit einer hohen Leistung von bis zu 4 g/h erzeugt wird.

Es ist dabei möglich, den Anpreßdruck der Anode auf die Feststoffelektrolytmembran und gegen die Kathode mittels einer Elektroden-Andruckplatte und einer auf diese wirkenden, von außen einstellbaren Andruckschraube einzustellen und damit die Parameter der Elektrolysezelle.

Die Elektrolysezelle kann dabei als Eintauchzelle ohne zusätzliche Abkapselung unmittelbar in dem zu ozonisierenden Medium betrieben werden, wobei auch solche Medien ozonisierbar sind, welche kein chemisch reines Wasser darstellen, also einen Leitwert von größer als 20 S/cm aufweisen, wie Brauch- und Abwasser und andere gewerbliche oder industriell anfallende Flüssigkeiten.

Es ist dabei ein vollautomatisches, kompaktes System zur Versorgung der Elektrolysezelle mit maximal 1 l/h entmineralisiertem Wasser gegeben. Diese Speisewasserversorgung kann dabei an jede Trinkwasserleitung problemlos angeschlossen werden.

Die Installation der Elektrolysezelle in dem zu behandelnden Abwasser ist dabei im Grunde einfach, wobei lediglich ein Eintauchen der Elektrolysezelle ermöglicht werden muß. In der Regel können bestehende Tanks oder Becken ohne weiteren Umbau zur Ozonisierung des Abwassers verwendet werden, so daß keine zusätzlichen Tanks, zusätzliche Pumpen oder Rohrleitungen benutzt werden müssen.

Da die Erzeugung des hochkonzentrierten Ozons direkt im zu behandelnden Wasser erfolgt, ergibt sich somit der kürzest mögliche Weg von Erzeugung bis zur Anwendung.

Dadurch werden Verluste vermieden und es ergibt sich ein sehr hoher Eintragungswirkungsgrad des Ozons in Wasser. Eine externe Kühlung, wie bei herkömmlichen Hochspannungs-Ozongeneratoren, ist nicht nötig, da das zu behandelnde Wasser direkt als Kühlung für die Elektrolysezelle wirkt.

Die Anordnung der Elektrolysezelle in einer Anlage zur Abwasseraufbereitung in Autowaschanlagen erfolgt dabei in einem Tank (Stapelbecken), welcher dem Schlammfang und dem Benzinabscheider nachgeschaltet ist. Das aufzubereitende Abwasser ist insofern bereits vorgereinigt, wenn es in dem Stapelbecken gesammelt wird, um dort mittels der dort angeordneten Elektrolysezelle ozonisiert zu werden.

Im Gegensatz zur Verwendung von Gas-Ozon-Generatoren mit Injektortechnik, bei welchen das zur Wasseraufbereitung benötigte Ozon in einen Teilstrom des aufzuarbeitenden Wassers von außen eingebracht wird, erfolgt somit die Ozoneinleitung mittels einer Elektrolysezelle unmittelbar im Online-Verfahren in einem das vorgereinigte Abwasser sammelnden Stapelbecken (z. B. 2000 Liter Inhalt), wobei Ozon unmittelbar vor Ort im zu behandelnden Wasser mit hoher Leistung erzeugt wird.

Dadurch ergibt sich der kürzest mögliche Weg von der Erzeugung des Ozons bis zur Anwendung. Dieses Online-Verfahren bietet im Vergleich zur Methode der Ozonisierung im Teilstrom unter Verwendung von externen Gas-Ozongene-

ratoren erhebliche Vorteile bezüglich Eintragung, Vermischung und Lösung von Ozon in Wasser.

Derartige Online-Abwasseraufbereitungsanlagen unter Erzeugung von Ozon in dem vorgereinigten Abwasser sind aber insofern nachteilig, als ein als Stapelbecken zu verwendender Tank für das im Online-Verfahren aufzufangende, vorgereinigte und zu ozonisierende Wasser nicht immer zur Verfügung steht.

Des weiteren ist die unterirdische Anordnung der Elektrolysezellen in einem Tank, z. B. neben einem Schlammbecken und Benzinabscheider einer Autowaschanlage aufwendig. Insofern gilt es die Elektrolysezelle in einem nur schwer zugänglichen Tank unterirdisch anzuordnen und mit den notwendigen Strom- und Steuerleitungen sowie der Speisewasserversorgung anzuschließen, wobei diese Versorgungsteile des Ozongenerators sich dagegen oberirdisch befinden, z. B. unmittelbar in einem Raum der Autowaschanlage der Tankstelle.

Des weiteren kann nicht verhindert werden, daß mit dem Austritt des Ozon-Zellwasser-Gemisches aus der Elektrolysezelle dieses unbenutzt in Form von Gasblasen durch das im Stapelbecken anstehende vorgereinigte Abwasser aufsteigt, wobei ein Ozon-Sauerstoff-Gasgemisch gebildet wird.

Diese Gasblasen durchströmen dabei die zu ozonisierende Flüssigkeit und sammeln sich im oberen Teil des Stapelbeckens als Rest-Ozon-Gemisch.

Dies muß dabei durch einen Katalysator vor Austritt in die Atmosphäre wieder zu Sauerstoff reduziert werden, was aufwendig ist und wobei sich dadurch der Wirkungsgrad der Ozonisierung verringert.

Die Trennung der Ozon-Reaktor-Anlage durch die Anordnung der Elektrolysezelle im unterirdischen Stapelbecken sowie der Speisewasserversorgung und der Steuergeräte und Stromversorgung der Elektrolysezelle in einem oberirdischen Bereich außerhalb des Stapelbeckens ist dabei für Service und Wartung nachteilig. Insbesondere ist der Anschluß der Elektrolysezelle im Stapelbecken aufwendig, wobei längere Hochstromkabel für ca. 60 A zwischen der oberirdischen Stromversorgung des Ozongenerators in der Nähe der Autowaschanlage und dem entfernt angeordneten, unterirdischen Stapelbecken mit der Eintauch-Elektrolysezelle benötigt werden, wobei insbesondere sich auch Spannungsverluste ergeben.

Es besteht daher die Aufgabe, einen Reaktor zur Flüssigkeitsbehandlung unter Ozonerzeugung unmittelbar in der Flüssigkeit des Reaktors derart auszubilden, daß dieser als komplette Baueinheit unmittelbar als Ozonerzeugungs- und Reaktor-Anlage an beliebiger Stelle im Wasserkreislauf direkt (Online) oder auch im Bypass dazu angeordnet werden kann.

Dabei soll eine wesentliche Steigerung des Wirkungsgrades der Ozoneinleitung erreichbar sein.

Ausgehend von einem Reaktor für eine Flüssigkeitsbehandlungsanlage gemäß Oberbegriff des Anspruches 1 ist zur Lösung dieser Aufgabe erfindungsgemäß die Ausbildung des Reaktors gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 vorgesehen.

Erfindungsgemäß erfolgt somit nicht mehr die Ozonisierung des vorgereinigten Abwassers in einem Stapelbecken unterirdisch, sondern in einem leicht handbaren kolonnenförmigen Reaktorbehälter, welcher unmittelbar oberirdisch neben der Zellwasserversorgung und den übrigen Teilen der Ozonerzeugungsanlage anordbar ist.

Der elektrische Anschluß der Elektrolysezelle in einem derartigen säulen- oder zylinderförmigen Reaktorbehälter, wie er aus der Verfahrens- und Destillationstechnik bekannt ist, kann über ein relativ kurzes Strom- und Steuerkabel er-

folgen, wobei auch die Leitungen zur Zellwasserversorgung kurz haltbar sind.

Das in Gasblasen die anstehende Flüssigkeitssäule des vorgereinigten Abwassers durchströmende Ozon-Sauerstoff-Gemisch wird dabei als Rest-Ozon-Gemisch vor Austritt aus dem kolonnenförmigen Reaktionsbehälter mittels einer in diesem angeordneten Tauchpumpe oder eines Unterdruck-Injektor-Systems (Strahlpumpe) angesaugt und dabei erneut feinblasig am unteren Ende des Reaktorbehälters in die dortige Flüssigkeitssäule eingespeist, wobei dies mehrmals erfolgen kann.

Das Rest-Ozon-Gemisch wird insofern mit einem hohen Wirkungsgrad in dem vorgereinigten Abwasser gelöst, wobei es dieses zusätzlich aufarbeitet. Es wird insofern der Anfall von Ozongemisch, welches durch einen Katalysator vor Austritt aus dem Reaktorbehälter in die Atmosphäre zu Sauerstoffmittels eines Katalysators zu reduzieren ist, weitgehend vermieden.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Gemäß Anspruch 2 ist die Anordnung des Reaktorbehälters, der Stromversorgung und der Steuerung des Ozongenerators sowie der Zellwasserversorgung für die als Eintauchzelle im Reaktorbehälter anzuordnende Elektrolysezelle in einer Baueinheit vorgesehen, wobei ein gemeinsamer Montagerahmen für diese Teile des Ozongenerators vorgesehen ist.

Der Reaktorbehälter kann dabei gemäß Anspruch 9 eine Bauhöhe von 150 cm aufweisen, wobei insofern die Ozonerzeugungs- und Reaktoranlage für die Flüssigkeitsbehandlung nebeneinander aufstellbar und deren Handhabung in Service und Wartung sich erheblich vereinfacht.

Durch eine bestimmte Anlage eines Flüssigkeitszuflusses und -abflusses erfolgt dabei die Vorgabe der maximalen Höhe der Flüssigkeitssäule innerhalb des Reaktorbehälters in einem unteren Bereich von beispielsweise 100 cm, wobei ein oberer Bereich von mindestens 50 cm gegeben ist, in welchem sich zunächst Rest-Ozon-Gemisch sammelt, welches dann über eine Tauchpumpe und/oder ein Unterdruck-Injektorsystem angesaugt und erneut feinblasig in die durch Ozonbegasung zu reinigende Flüssigkeit eingespeist wird.

Es sind dabei gemäß Anspruch 3 im oberen Bereich des Reaktorbehälters Gasgemisch-Ansaug-Einlässe mit Zuleitungen zu der im unteren Bereich der Flüssigkeitssäule befindlichen Tauchpumpe bzw. einem dort mündenden Unterdruck-Injektor-System angelegt.

Es ist insofern eine Mehrfachbegasung der anstehenden, zu reinigenden Flüssigkeit mit Ozongas gegeben, wobei das Ozongas in der Flüssigkeit mittels der dort eingetauchten Elektrolysezelle vor Ort erzeugt wird.

Gemäß Anspruch 4 erfolgt dabei die Regelung des maximalen Standes der Flüssigkeitssäule und des minimal freizuhaltenden oberen Bereiches des Reaktorbehälters über ein Sperrventil oder über eine Flüssigkeitsschleuse, mit welcher es möglich ist, trotz Ausschleusen der Flüssigkeit dort anstehendes Ozon oder Ozon-Sauerstoff-Gasgemisch zurückzuhalten und dieses feinblasig in die Flüssigkeitssäule einzuspeisen.

Gemäß Anspruch 5 erfolgt dabei die Anordnung der Elektrolysezelle in der Nähe des Bodens des Reaktorbehälters, wobei durch diesen die Zuleitungen der Elektrolysezelle zu einem externen Steuergerät mit regelbarer Stromversorgung und zu einem Ionenaustauscher der Zellwasserversorgung verlaufen.

Gemäß Anspruch 6 erfolgt die Anlage der Belüftungs-Tauchpumpe unmittelbar oberhalb der Elektrolysezelle, wobei die Versorgung mit Rest-Ozon-Gemisch über ein Tauchrohr zur Belüftungs-Tauchpumpe erfolgt, welches durch die

Flüssigkeitssäule bis in den oberen Bereich des Reaktorbehälters geführt ist.

Die Zuleitung des Unterdruck-Injektor-Systems zur zusätzlichen oder alternativen Zuführung von erneut einzuspeisendem Rest-Ozon-Gemisch erfolgt dabei gemäß Anspruch 7 vorzugsweise unmittelbar in der Zuleitung des Abwassers, welche im unteren Bereich der Außenwandung des Reaktorbehälters angeordnet ist. Der Injektor der Flüssigkeitsstrahlpumpe ist dabei in dem unteren Flüssigkeitszufluß des Reaktorbehälters angelegt und dabei mit dem im oberen Bereich des Reaktorbehälters befindlichen Gasgemisch-Ansaug-Einlaß verbunden.

Der Flüssigkeitszufluß bzw. der in ihm angeordnete Injektor ist dabei am unteren Ende der Flüssigkeitssäule unmittelbar in den Bereich des Auslasses der Eintauchzelle gerichtet, so daß das zufließende zu ozonisierende Abwasser sofort ozonisierbar ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer bevorzugten Ausführungsform näher erläutert.

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 Eine schematische Darstellung einer Abwasser-Reaktoranlage mit Ozonerzeugung zur Abwasseraufbereitung in Autowaschanlagen gemäß dem Stand der Technik, wobei die Verwendung eines unterirdischen Stapelbeckens zur Behandlung von vorgereinigtem Wasser unter Einsatz von vor Ort erzeugtem Ozon erfolgt;

Fig. 2 Einen schematischen Aufbau eines abgewandelten Reaktors, welcher einen kolonnenförmigen, oberirdisch zu montierenden Reaktorbehälter aufweist, durch welchen das vorgereinigte Abwasser unmittelbar geführt wird und in dem das einzuspeisende Ozon mittels einer dort eingetauchten Elektrolysezelle oberirdisch erzeugt wird;

Fig. 3 Eine schematische Darstellung der Abwasseraufbereitung in Autowaschanlagen unter Verwendung des Reaktors gemäß Fig. 2 mit kolonnenförmigem, oberirdisch zu montierendem Reaktorbehälter statt eines gemäß Stand der Technik zu verwendenden Stapelbeckens.

Der bisherige Einsatz von Ozon zur Abwasseraufbereitung in Autowaschanlagen besteht wie in Fig. 1 gezeigt, aus Verfahrenskombinationen der Abscheidetechnik, der elektrolytischen Ozonerzeugung und der Feinfiltration, wobei in wirtschaftlicher und umwelttechnischer Hinsicht entscheidende Vorteile geliefert werden.

Grundsätzlich kann dabei jede Wasseraufbereitungsanlage mit einer Ozonisierungsanlage kombiniert werden. Des weiteren kann eine derartige Ozonisierungsanlage auch generell zur Flüssigkeitsbehandlung, beispielsweise zur Ozonisierung von Kosmetika verwendet werden.

Die Aufarbeitung des wiederzuverwendenden Anteils von verschmutztem Waschwasser einer Autowaschanlage erfolgt dabei wie folgt:

Das Waschwasser wird durch einen Schlammfang 22, einen Benzin- und Koaleszenz-Abscheider 23 nach der DIN-Norm 1999 von absetzbaren Stoffen und leichteren Flüssigkeiten (Öl und Benzin) befreit.

Das so gereinigte Wasser gelangt anschließend in das 2000 Liter fassende Stapelbecken 24, in dem die als Tauchzelle unmittelbar in dem weiter zu klärenden Wasser einbringbare Ozonerzeugerzelle zur unmittelbaren Ozonerzeugung vor Ort in Form einer Elektrolysezelle 5 angeschlossen ist.

Das Ozon wird nach dem elektrolytischen Verfahren unmittelbar vor Ort in den zu behandelndem Wasser mit einer Leistung von z. B. 4 g/h gemäß dem DE 296 13 308.6 U erzeugt.

Dadurch ergibt sich der kürzest mögliche Weg von der Erzeugung des Ozons bis zur Anwendung. Dieses Online-Verfahren bietet im Vergleich zur Methode der Ionisierung im

Teilstrom, die bei der Verwendung von externen Gas-Ozon-Generatoren mit Injektortechnik praktiziert wird, erhebliche Vorteile bezüglich Eintragung, Vermischung und Lösung von Ozon in Wasser.

Die eingetauchte Elektrolysezelle zur Ozonerzeugung wird an ein externes Steuergerät 25 mit regelbarer Stromversorgung 8 und an einem Ionenaustauscher 9 zur Versorgung mit 0,4 l/h vollentsalztem Wasser angeschlossen. Betriebsgase und Kühlsysteme werden für diese Art der Ozonerzeugung nicht benötigt.

Aus dem Stapelbecken 24 wird dabei ein ozonhaltiger Teilstrom zurück in den Schlammfang 22 geleitet. Durch diese Kreislaufführung verhindert das Ozon das Wachstum von anaeroben Bakterien, die für den unangenehmen Geruch des Abwassers verantwortlich sind.

Außerdem wird auch die übermäßige Bildung von aeroben Bakterien, die die Filtrierbarkeit des Wassers beeinträchtigen, eingeschränkt.

Gemäß dem Verfahren zur Reinigung von Brauchwasser nach der DE 296 13 308.6 ist es dabei bekannt, die Elektrolysezelle in dem lediglich vorgereinigten Abwasser, welches dem Stapelbecken zufließt, anzuordnen und zu betreiben. Um dies zu ermöglichen, muß dabei die Tauchzelle an einem vollautomatischen, kompakten System zur Versorgung der Zelle mit maximal 1 l/h entmineralisiertem Wasser, welches also von elektrisch leitendem Salz befreit ist, angeschlossen sein.

Aufgrund dieser separaten Zellwasserversorgung kann die Elektrolysezelle unmittelbar im industriellen Brauchwasser zur Ozonerzeugung betrieben werden und dieses ozonisieren, wobei die Ozonerzeugung in elektrolytisch hoher Konzentration erfolgt.

Es ist insofern eine Behandlung von Brauchwässern in Kfz-Betrieben, Druckereien, Schlachtereien, Gewächshäusern und Lackierbetrieben möglich, in denen der erneute Einsatz des Filtrates möglich sein soll.

Es wird dabei nicht nur die Abwassermenge drastisch reduziert, sondern auch ein Kreislauf von Recyclingwasser ermöglicht.

Gemäß Fig. 2 dient nun statt eines unterirdischen Stapelbeckens und gemäß Fig. 1 davon separat oberirdisch anzuordnender Ozonerzeugungsanlagen eine Ozonerzeugungs- und Reaktoranlage unter Verwendung eines oberirdisch anordbaren, Online und/oder im Bypass im Durchfluß- oder alternativ im Kreislaufbetrieb in der Flüssigkeitsbehandlungsanlage integrierbaren kolonnenförmigen Reaktorbehälters 12.

Insofern liegt eine Zusammenfassung von Ozonerzeugungs- und Reaktoranlage zur Klärung des Abwasser vor.

Es wird dabei insbesondere Service und Wartung der Anlage vereinfacht, wobei auf die Anlage längerer Hochstromkabel zum Anschluß der Elektrolysezelle in einem unterirdischen Stapelbecken verzichtet wird.

Gemäß Fig. 2 wird dabei statt eines z. B. 2000 Liter fassenden und unterirdisch unmittelbar neben dem Schlammfang und Benzinabscheider anzuordnenden Stapelbeckens 24 lediglich ein herkömmlicher kolonnenförmiger, unmittelbar frei im oberirdischen Bereich der Tankstelle aufstellbarer Reaktorbehälter 12 verwendet, welcher insofern unmittelbar neben der Zellwasserversorgung und Stromversorgung und der elektronischen Steuerung der Elektrolysezelle aufstellbar ist.

Der Reaktorbehälter 12 weist dabei eine zylinderförmige, längliche Form auf, also eine Säulenform, wie diese aus der chemischen Verfahrenstechnik und der Destillationstechnik bekannt ist.

Dieser Reaktorbehälter 12 weist dabei in seinem Innern eine Flüssigkeitssäule von beispielsweise 100 cm Höhe auf,

wobei diese sich etwa über $\frac{3}{4}$ der Behälterhöhe zwischen einem unteren Flüssigkeitszufluß 2 und einem oberen Abwasserausgang 4 erstreckt.

Oberhalb des Flüssigkeitsspiegels der in diesem unterem Bereich 13 des Reaktorbehälters 12 anstehenden Flüssigkeit ist dabei ein oberer Bereich 14 im Reaktorbehälter gegeben. In diesem Teil sammeln sich Gasblasen des von der Elektrolysezelle erzeugten Ozon-Sauerstoff-Gasgemisches, welche die Flüssigkeitssäule durchströmen und ein Rest-Ozon-Gemisch oberhalb des Flüssigkeitsspiegels im oberen Bereich 14 des Reaktorbehälters bilden.

Statt dieses Gemisch durch einen Katalysator vor Austritt in die Atmosphäre wieder zu Sauerstoff zu reduzieren, wird wie Fig. 2 zu entnehmen, das Restozon vor dem Austritt aus dem Reaktorbehälter 12 über die Anordnung einer Tauchpumpe 6 und eines Unterdruck-Injektor-Systems 3 angesaugt und erneut feinblasig im unteren Bereich des Reaktorbehälters 12 eingespeist.

Die Zuführung des Rest-Ozon-Gemisches aus dem oberen Bereich 14 des Reaktorbehälters 12 erfolgt dabei über eine als Tauchrohr ausgebildete Zuleitung 17, welche sich von einem Ansaug-Einlaß 15 von oberhalb des Flüssigkeitsspiegels der Flüssigkeitssäule durch diese bis zur Belüftungs-Tauchpumpe 6 erstreckt.

Um einen möglichst hohen Wirkungsgrad der Ozonbeimischung zu erlangen, wird dabei zusätzlich zur Belüftungs-Tauchpumpe 6 das Unterdruck-Injektor-System 3 verwendet, welches in einem Flüssigkeitszufluß 2 für das lediglich vorgereinigte Abwasser im unteren Behälterbereich angelegt ist.

Das Unterdruck-Injektor-System arbeitet insofern in Form einer Flüssigkeitsstrahl-Vakuumpumpe, wobei durch den Injektor in das vorgereinigte Abwasser zunächst Rest-Ozon-Gemisch eingespeist wird und dieses Abwasser-Ozongemisch dann unmittelbar in dem Bereich des Auslasses 21 der Elektrolysezelle 5 eingespeist wird.

Es ist insofern ein Reaktor für eine Flüssigkeitsbehandlung mit Ozoneerzeugung unmittelbar in dieser zu ozonisierenden Flüssigkeit gegeben, wobei der Reaktor an beliebiger Stelle im Wasserkreislaufsystem direkt Online oder im Bypass angeordnet werden kann und eine erhebliche Steigerung des Wirkungsgrades der Ozonbeimischung vorliegt.

Der Reaktorbehälter 12 ist aus ozonbeständigen Materialien fertigbar, also aus Hart-PVC, Teflon, Aluminium, Edelstahl oder aus Glas.

Die in Fig. 3 dargestellte Abwasseraufbereitungsanlage für Autowaschanlagen ermöglicht dabei, daß z. B. statt 100 Liter Frischwasser lediglich ca. 10% davon pro PKW benötigt werden. Die restlichen 90% werden dabei nach dem gemäß Fig. 2 abgewandelten, zu Fig. 1 vorbeschriebenen Verfahren erzeugt.

Bezugszeichenliste

- 1 Reaktoranlage
- 2 Flüssigkeitszufluß (Abwassereingang)
- 3 Unterdruck-Injektor-System
- 4 Flüssigkeitsabfluß (ozonisiertes vorgereinigtes Abwasser)
- 5 Elektrolysezelle
- 6 Belüftungstauchpumpe
- 7 Abgasausgang
- 8 Stromversorgung/Steuerung der Ozonanlage
- 9 Ionenaustauscher für die Zellwasserversorgung
- 10 Entleerungsventil
- 11 Netzwasseranschluß
- 12 kolonnenförmiger Reaktorbehälter
- 13 unterer Bereich in diesem
- 14 oberer Bereich in diesem

- 15, 16 Ansaug-Einlässe
- 17, 18 Zuleitungen zu (3) bzw. (6)
- 19 Außenwandung des Reaktorbehälters
- 20 Boden
- 21 Auslaß der Elektrolysezelle
- 22 Schlammfangbecken
- 23 Benzinabscheider
- 24 Stapelbecken
- 25 Steuergerät für die Elektrolysezelle und den Ozongenerator
- 26 Zuleitung
- 27 Zuleitung

Patentansprüche

1. Reaktor (1) für eine Flüssigkeitsbehandlungsanlage mit Ozoneerzeugung unmittelbar in mit Ozon zu begasender, wäßriger, im Reaktor eingebrachter Flüssigkeit, wozu eine in der Flüssigkeit als Eintauchzelle anzuordnende Elektrolysezelle (5) eines Ozongenerators mit externer Zellwasserversorgung (9) dient, welche das zur Begasung benötigte Ozon als Ozon-Sauerstoff-Gasgemisch und Ozon-Zellwasser-Gemisch erzeugt, insbesondere zur Aufbereitung von Brauchwasser, von Abwasser aus Industrie- und Gewerbebereichen oder von Prozeßwasser, mit einem Flüssigkeitszufluß (2) und -abfluß (4), **dadurch gekennzeichnet**, daß der Reaktor (1) einen "online" und/oder "im Bypass" im Durchfluß- oder alternativ im Kreislaufbetrieb in der Flüssigkeitsbehandlungsanlage integrierbaren kolonnenförmigen Reaktorbehälter (12) aufweist, daß in ihm ein unterer Bereich (13) zur Aufnahme einer Flüssigkeitssäule aus der zu begasenden Flüssigkeit und zur Aufnahme der als Eintauchzelle in dieser Flüssigkeitssäule einzubringenden Elektrolysezelle (5) angelegt ist, sowie ein Bereich (14) oberhalb davon zum Sammeln eines in der Elektrolysezelle (5) erzeugten, aus einem Ozon-Zellwasser-Gemisch entweichenden Ozon-Sauerstoff-Gasgemisches oder von Ozon, daß dieses Restozon-Sauerstoff-Gasgemisch vor dem Austritt aus dem Reaktor (1) aus dem oberen Bereich (14) des Reaktorbehälters (12) oberhalb der Flüssigkeitssäule mittels einer in der Flüssigkeitssäule angeordneten selbstansaugenden Belüftungs-Tauchpumpe (6) und/oder eines dort mündenden Unterdruck-Injektor-Systems (3) ansaugbar und erneut feinblasig im unteren Teil der Flüssigkeitssäule einspeisbar ist.
2. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktorbehälter (12), die Stromversorgung (8) und die Steuerung des Ozongenerators und/oder die Zellwasserversorgung (9) für die als Eintauchzelle ausgebildete Elektrolysezelle (5) in einer Baueinheit (1) auf einem gemeinsamen Montagerahmen zusammengefaßt sind.
3. Reaktor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in dem oberen Bereich (14) des Reaktorbehälters (12) Gasgemisch-Ansaug-Einlässe (15, 16) für dort anstehendes Ozon-Sauerstoff-Gasgemisch mit davon zur Belüftungs-Tauchpumpe (6) und/oder dem Unterdruck-Injektor-System (3) führenden Zuleitungen (17, 18) derart oberhalb des Flüssigkeitsniveaus der Flüssigkeitssäule angelegt sind, daß das eingeleitete Ozon und/oder Ozon-Sauerstoff-Gasgemisch nach dem Durchströmen der Flüssigkeitssäule wieder angesaugt wird und mehrfach die Flüssigkeitssäule der zu begasenden Flüssigkeit durchströmt.
4. Reaktor nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch ge-

kennzeichnet, daß zur Regelung des maximalen Standes der Flüssigkeitssäule und des oberhalb dieser Flüssigkeit minimal freizulassenden oberen Bereiches (14) des Reaktorbehälters (12) in dessen Außenwandung (19) der Flüssigkeitsabfluß (4) mit einem Sperrventil 5 oder einer Flüssigkeitsschleuse zum Zurückhalten von Ozon oder des Ozon-Sauerstoff-Gasgemisches angelegt ist.

5. Reaktor nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die als Eintauchzelle ausgebildete 10 Elektrolysezelle (5) am unteren Ende der Flüssigkeitssäule in der Nähe des Bodens (20) des Reaktorbehälters (12) angeordnet ist und Zuleitungen (26, 27) zu ihrer außerhalb des Reaktorbehälters befindlichen Stromversorgung (8) und eines dortigen Ionenaustauschers 15 (9) der Zellwasserversorgung aufweist.

6. Reaktor nach einem der Ansprüche 2-5, dadurch gekennzeichnet, daß die Belüftungs-Tauchpumpe (6) am unteren Ende der Flüssigkeitssäule oberhalb der als 20 Eintauchzelle ausgebildeten Elektrolysezelle (5) angeordnet ist und ihr Gasgemisch-Ansaug-Einlaß (15) im oberen Bereich (14) des Reaktorbehälters am oberen Ende eines aus der Flüssigkeitssäule herausragenden und durch diese bis zur Belüftungs-Tauchpumpe geführten Tauchrohres (17) angelegt ist. 25

7. Reaktor nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß das Unterdruck-Injektor-System (3) als Flüssigkeitsstrahl-Vakuumpumpe mit ihrem Injektor in einem unteren Flüssigkeitszufluß (2) des Reaktorbehälters (12) angelegt ist und mit ihrem im oberen 30 Bereich (14) des Reaktorbehälters (12) befindlichen Gasgemisch-Ansaug-Einlaß (16) über eine zum Injektor (3) geführte Zuleitung (18) verbunden ist.

8. Reaktor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Flüssigkeitszufluß (2) am unteren Ende der 35 Flüssigkeitssäule seitlich des Auslasses (21) der als Eintauchzelle ausgebildeten Elektrolysezelle (5) angelegt ist.

9. Reaktor nach einem der Ansprüche 1-8, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktorbehälter (12) eine 40 Höhe von 150 cm aufweist und die sich in diesem ausbildende Flüssigkeitssäule eine maximale Höhe von 100 cm, wobei sich für den oberen Bereich (14) des Reaktorbehälters (12) eine minimale Höhe von 50 cm ergibt. 45

10. Reaktorbehälter (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1-9.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

- Leerseite -

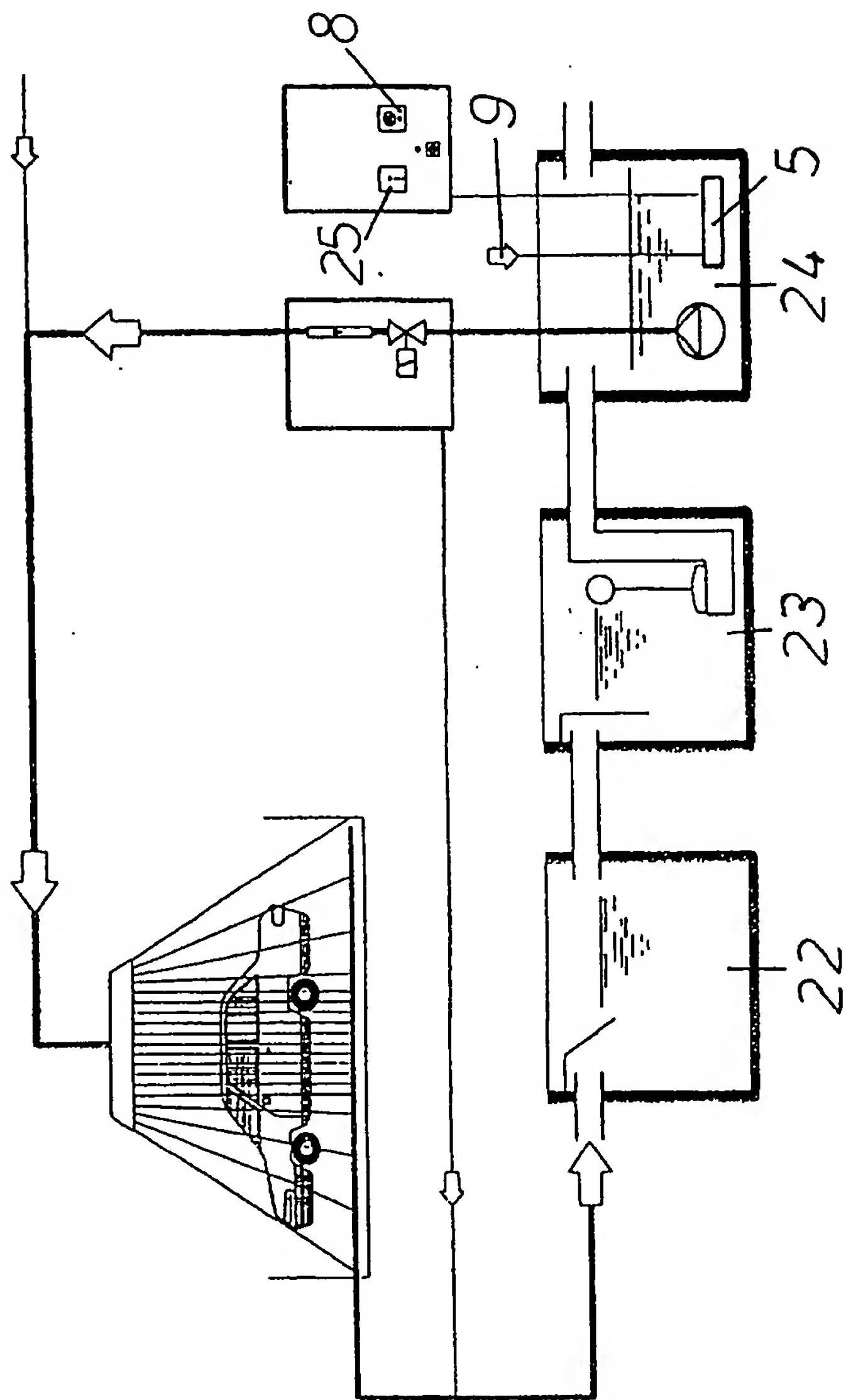


FIG. 1

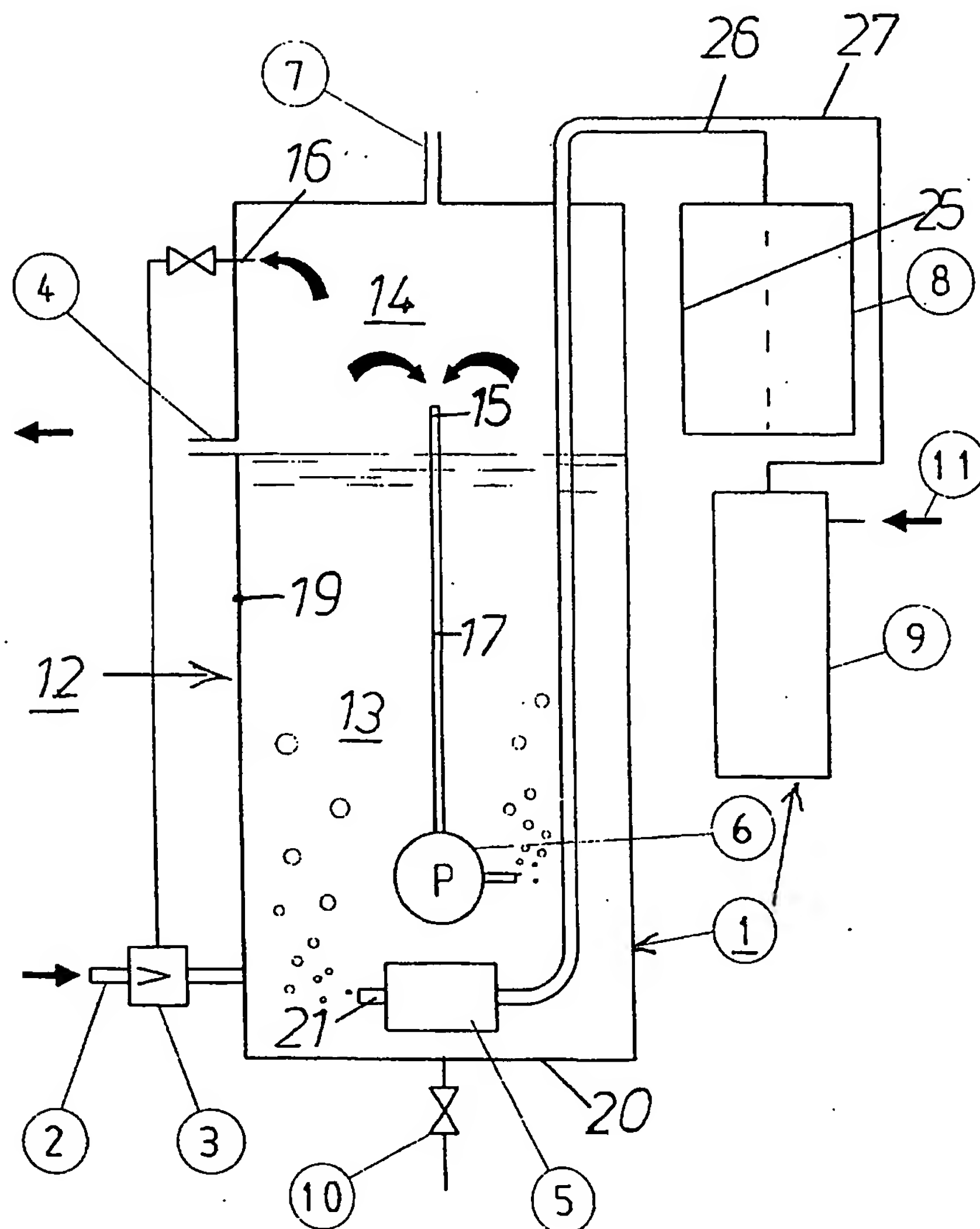


FIG. 2

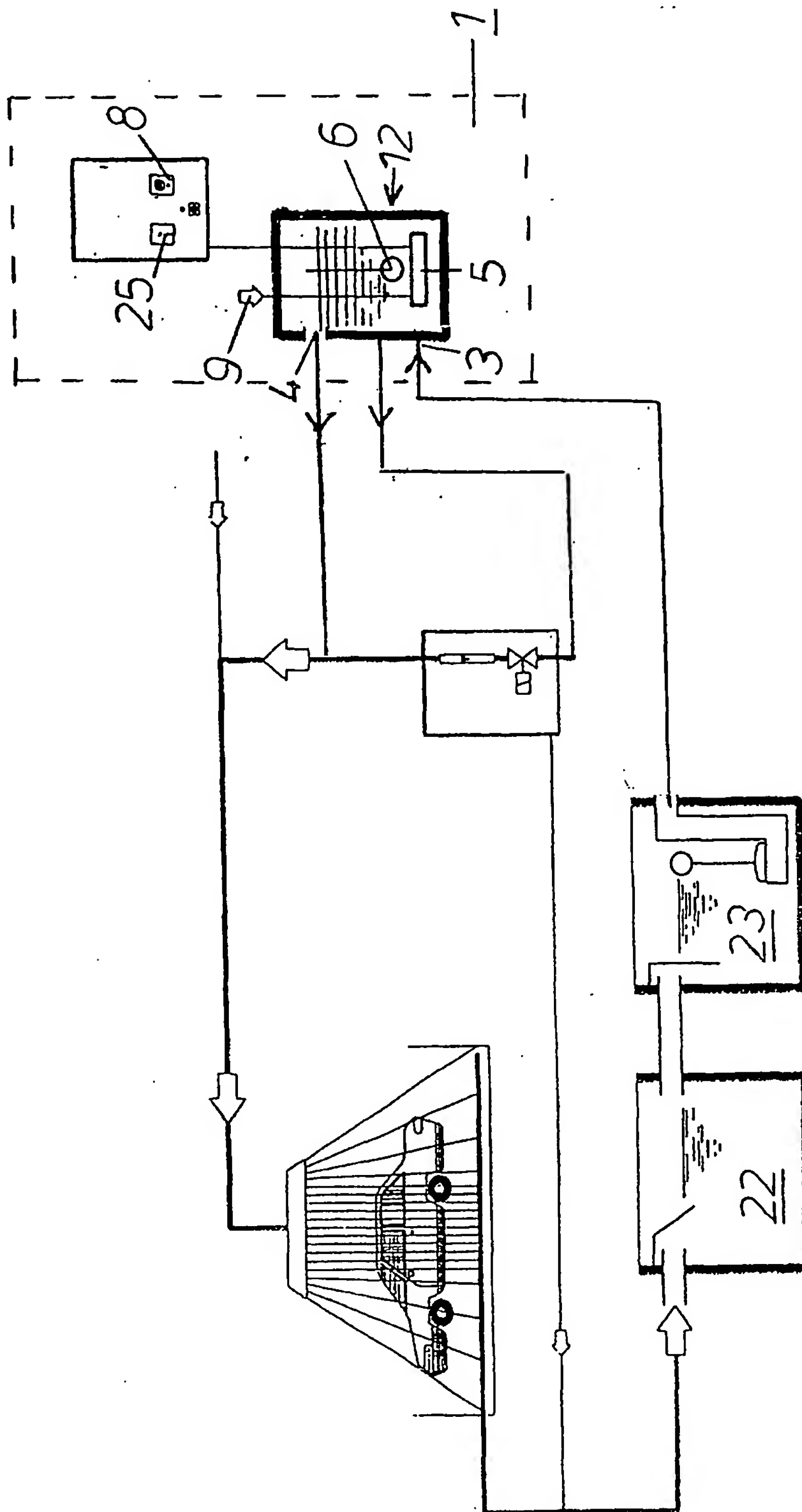


FIG. 3